

Procedimiento para el diagnóstico de patologías en edificaciones patrimoniales mediante la integración de tecnologías VANT-BIM

DrC. Anabel Reyes Ramírez*

Centro de estudios CAD/CAM

Universidad de Holguín, Cuba

areyesr@uho.edu.cu

Ing. Eyllen Nuñez Correa

Centro de estudios CAD/CAM

Universidad de Holguín, Cuba

nunezcorreaeyllen@gmail.com

DrC. Luis Acosta González

Centro de estudios CAD/CAM

Universidad de Holguín, Cuba

luis.acosta.glez@gmail.com

RESUMEN

Las edificaciones patrimoniales reflejan técnicas y estilos constructivos específicos de su época, a menudo difíciles de reproducir hoy. Su conservación es tarea de suma importancia para la salvaguarda de la memoria colectiva y la identidad cultural. Realizar un diagnóstico para la detección de posibles patologías resulta un proceso crucial para su sustentabilidad. El objetivo de la presente investigación consiste en un procedimiento para el diagnóstico de edificaciones patrimoniales a través de modelos geométricos en entornos BIM generados con tecnología Vehículos Aéreos no Tripulados (VANT), que contribuya a la optimización de las técnicas utilizadas actualmente para este proceso. Se destacó además la importancia y las múltiples ventajas de los drones, así como sus aplicaciones y características más comunes. Se logró obtener como principales resultados la aplicación del esquema de trabajo en el caso de estudio “Glorieta Parque de las Flores”, demostrando la efectividad del mismo para optimizar los procesos de diagnósticos en comparación con los métodos tradicionales.

Palabras Claves: diagnóstico, patologías, edificaciones patrimoniales, tecnología VANT.

Procedure for diagnosing pathologies in heritage buildings through the integration of VANT-BIM technologies

ABSTRACT

Heritage buildings reflect construction techniques and styles specific to their time, which are often difficult to reproduce today. Their preservation is of utmost importance for safeguarding collective memory and cultural identity. Conducting a diagnostic assessment to detect potential pathologies is a crucial process for ensuring their sustainability. The objective of the present research was to develop a working framework for the diagnosis of heritage buildings through BIM geometric models generated using UAV technology, aimed at optimizing the techniques currently used for this process. The importance and numerous advantages of drones were also highlighted, along with their most common applications and features. The main outcome was the application of the proposed framework to the case study "Glorieta Parque de las Flores," demonstrating its effectiveness in optimizing diagnostic processes compared to traditional methods.

Keywords: diagnosis, pathologies, heritage buildings, UAVs technology.

INTRODUCCIÓN

Las edificaciones patrimoniales reflejan técnicas y estilos constructivos específicos de su época, a menudo difíciles de reproducir hoy, aspecto que la diferencia de otras edificaciones que pueden priorizar la funcionalidad y el costo sobre la estética o la tradición. Estas suelen estar construidas con materiales tradicionales, algunos de ellos ya en desuso. Por este motivo requieren de un mantenimiento cuidadoso y especializado para preservar su autenticidad; y generalmente están protegidas por leyes y restricciones que limitan su modificación o demolición.

La conservación de edificaciones patrimoniales, tarea de suma importancia para la salvaguarda de la memoria colectiva y la identidad cultural, se enfrenta a una serie de desafíos interconectados que amenazan la integridad y la perdurabilidad de este valioso legado. Estos desafíos, van desde los procesos de deterioro natural hasta las complejidades inherentes a las intervenciones de restauración. Exigen soluciones innovadoras y enfoques multidisciplinarios para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de nuestro patrimonio construido (Sánchez Moreno et al., 2024).

Según (Millán González, 2022), el diagnóstico es una etapa clave dentro de una metodología integral para la conservación del patrimonio cultural edificado. Este proceso se basa en la identificación, análisis y evaluación de las condiciones físicas y contextuales de la edificación, y considera su historia, materiales, técnicas constructivas y entorno urbano. El objetivo es establecer un conocimiento profundo del bien para tomar decisiones informadas sobre su conservación e intervención.

En Cuba, a partir de marzo de 2013 se comienza la adquisición de la tecnología VANT a través de GEOCUBA y la firma rusa UNIINTEX con vista a la creación de la cartografía a grandes escalas, para dar cumplimiento a la estrategia empresarial de ir sustituyendo paulatinamente el uso de los métodos

tradicionales, como es el caso del diagnóstico de edificaciones patrimoniales. Desde entonces, el uso de drones en Cuba para la conservación del patrimonio arquitectónico y cultural ha ido en aumento en los últimos años, como es el caso de la restauración de la Catedral de La Habana, el monitoreo del Centro Histórico de La Habana, estudios en el Valle de Viñales, proyecto de conservación en Trinidad e inspección de fortificaciones en Santiago de Cuba (Martínez Terrero, 2021).

El objetivo de la presente investigación consiste en un procedimiento para el diagnóstico de edificaciones patrimoniales a través de modelos geométricos en entornos BIM generados con tecnología Vehículos Aéreos no Tripulados (VANT), que contribuya a la optimización de las técnicas utilizadas actualmente para este proceso. Se destacó además la importancia y las múltiples ventajas de los drones, así como sus aplicaciones y características más comunes. Se logró obtener como principales resultados la aplicación del esquema de trabajo en el caso de estudio “Glorieta Parque de las Flores”, demostrando la efectividad del mismo para optimizar los procesos de diagnósticos en comparación con los métodos tradicionales.

METODOLOGIA

La actividad de diagnóstico

La actividad de diagnóstico se refiere al proceso sistemático de recopilación y análisis de información con el objetivo de comprender una situación específica, identificar sus características, fortalezas y debilidades, y establecer las causas de los problemas existentes. Propone además soluciones y genera recomendaciones específicas para abordar y resolver las deficiencias o para mejorar la situación evaluada.

Para llevar a cabo un diagnóstico se requiere conocer la estructura que tiene dicha organización, así como la identificación de funciones y la responsabilidad de las áreas que comprende (Hernández-Stefanoni et al., 2022)

Según Hernández Peña (2025) el diagnóstico surge de la necesidad de detectar los deterioros existentes para dar solución a problemas constructivos en las edificaciones. De acuerdo con la profundidad y exactitud, el diagnóstico puede ser visual o directo (se vale de la percepción directa del investigador), intensivo (en él se emplean todos los ensayos e instrumentos para la recepción de información que permite profundizar en los deterioros) y combinado (combina la tecnología de reconocimiento con los métodos visuales o sensoriales).

Existen tres tipos de diagnóstico: diagnóstico sobre la anormalidad (es el que decide si hay o no patología en el edificio), diagnóstico clasificatorio (afirma que existe patología y reconoce la causa que la origina) y diagnóstico individualizado (trata sobre la comprensión del problema patológico concretándolo al caso estudiado y a su entorno específico).

La tecnología VANT y sus ventajas en la generación de modelos geométricos

Un modelo es una representación de la realidad, que sirve para estudiar, entender o reproducir el original. Se trata de un término con muchos significados específicos depende del contexto. En términos generales, es una reproducción de algo real, dotada de los rasgos esenciales que lo definen. De allí que también pueda servir como molde o patrón de referencia (Horta, 2021).

Se conoce como modelos tridimensionales a una representación matemática o digital de un objeto con dimensiones de ancho, alto y profundidad, que permite visualizar y analizar su forma y estructura en un espacio tridimensional, para estudiar o enseñar sobre objetos y entornos reales o imaginarios (Pardo-Gómez et al., 2023).

El diagnóstico de edificaciones patrimoniales requiere de información geométrica precisa, detallada y no invasiva, lo cual ha motivado una evolución constante en las técnicas de levantamiento topográfico. Tradicionalmente, estas tareas se realizaban mediante métodos manuales, como el uso de cintas métricas, teodolitos ópticos y niveles de burbuja, que ofrecían resultados limitados y eran altamente dependientes de la habilidad del operador (Cash, 2021). Pero con la introducción de nuevas técnicas y especialmente la del VANT han ganado en tiempo, costo y accesibilidad.

Los vehículos aéreos no tripulado (VANT), han revolucionado el campo del diagnóstico y documentación del patrimonio construido. Esta tecnología permite la captura masiva de imágenes de alta resolución desde múltiples ángulos, lo cual es fundamental para generar modelos geométricos tridimensionales precisos mediante técnicas (Ruiz et al., 2021).

Figura 1.

Vehículos aéreos no tripulados



Nota: Desarrollo del autoer

Se caracterizan por captar videos HD de 4K y alta relación de zoom, ofrece una visibilidad clara de las placas de vehículos a la altura de cientos de metros, y ayuda en la vigilancia de situaciones globales y

detalles. Son compatibles con protocolos incluyendo EHOMEx y SDK y se puede conectar a la plataforma de la industria para integración e interacción de informaciones.

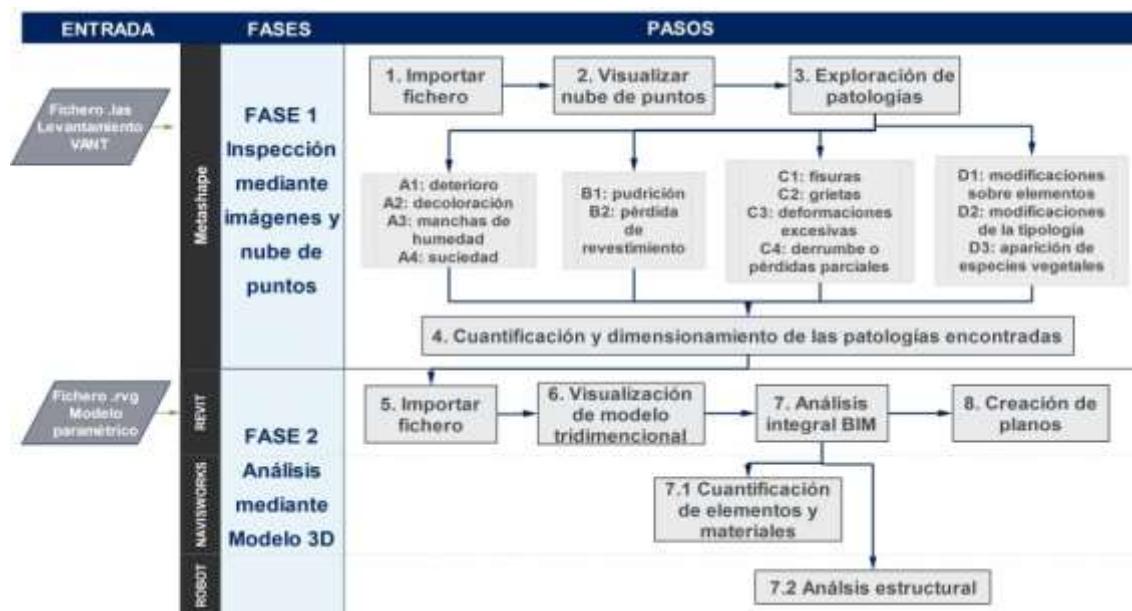
Poseen larga duración de la resistencia para prolongar la duración de misiones de vuelo. Se puede controlar a una distancia de más de 5 km, vigilando áreas muy grandes y remotas. Cuentan con un cardán auto estabilizante, garantiza estabilidad de las imágenes con hiper-zoom. También mantienen doble protección a través del sistema de salto de frecuencia digital y cifrado de transmisión, y protege eficazmente los datos registrados y reduce el riesgo de secuestro. Son compatibles además con una variedad de cargas útiles (cardán de luz visible, cardán de imágenes térmicas, altavoz y más) para lograr múltiples funciones en un único vehículo con varios cardanes para una variedad de aplicaciones (Sánchez Pinzón et al., 2016).

Metodología de trabajo empleada

Para la elaboración del esquema de trabajo (Figura 2.1) se partió de la experiencia internacional y local de la secuencia de trabajos realizada por (Figueroedo Leyva, 2024) y (Palomino Arango, 2022), pero contextualizado a la ficha de diagnóstico que se utiliza en la Oficina de Patrimonio de la provincia Holguín

Figura 2.

Esquema de trabajo para el diagnóstico de edificaciones patrimoniales a partir de modelos geométricos generados con tecnología VANT



Fuente (autor)

El esquema parte de dos fases de trabajo; a partir del levantamiento con el VANT en la inspección mediante la nube de puntos y del modelo paramétrico en el análisis mediante el modelo 3D.

En la **fase 1 Inspección mediante la nube de puntos** se realiza como paso número uno, la importación del fichero donde se va a visualizar la nube de puntos en una representación total de la estructura mediante el software Metashape. Se procede a realizar la exploración de patologías en cada uno de los grupos de la morfología, el grupo A en Modificaciones superficiales, en el grupo B Eliminación o pérdida de materiales, en el C Rupturas y en el D Modificaciones antropogénicas, y determina cuáles están presentes y cuáles no. Aquellas patologías encontradas se cuantifican y dimensionan dentro del mismo software.

Como **fase 2 Análisis mediante Modelo 3D** se realiza la importación del fichero que va a permitir hacer el control de informaciones en cada uno de los elementos y aportar una visualización del modelo tridimensional en el REVIT. Se realiza el análisis integral BIM que permite la cuantificación de los elementos y materiales mediante el NAVISWORKS o realizar el análisis estructural por el ROBOT, además de la creación de planos para futuras acciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FASE 1 Inspección mediante la nube de puntos.

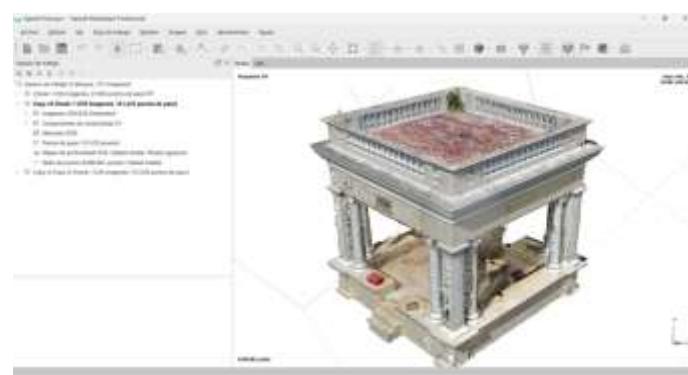
Paso1: Importar fichero

El levantamiento y procesamiento realizado por (Mulet Naranjo et al., 2025) proporciona la nube de puntos y las imágenes que se importaron al Metashape; fichero “.las”.

Paso2: Visualizar nube de puntos e imágenes.

Figura 3

Visualización de la nube de puntos e imágenes.



Fuente (autor)

En este paso se visualiza dentro del software toda la nube de puntos y las imágenes que fueron captadas por el dron.

Paso3: Exploración de patologías

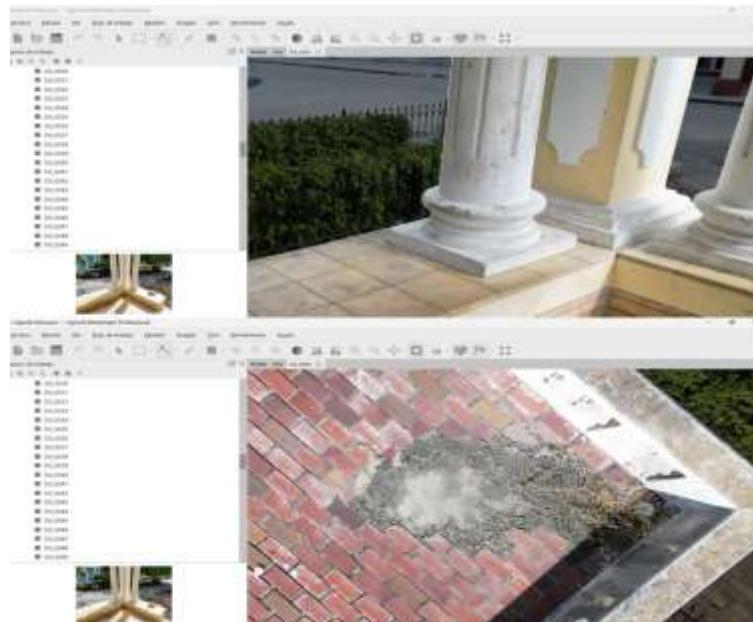
En este paso se realiza la exploración y búsqueda de posibles patologías existentes. Se tomó como fichero cada uno de los grupos de la morfología, para determinar cuáles estaban presentes y cuáles no.

En las tareas correspondientes al grupo A sobre modificaciones superficiales se hizo una exploración en búsqueda de deterioro del revestimiento, decoloración, manchas de humedad y suciedad por todos los elementos verticales como muros, paredes y columnas; las estructuras horizontales como pisos y entrepisos; cubierta, terminación de cubierta, y elementos estéticos y funcionales.

En la inspección de la fachada de los muros se encontró suciedades y manchas de pintura, decoloración en la pintura, suciedad en el piso y la presencia de humedad en la cubierta.

Figura 4.

Ejemplo de patologías encontradas.



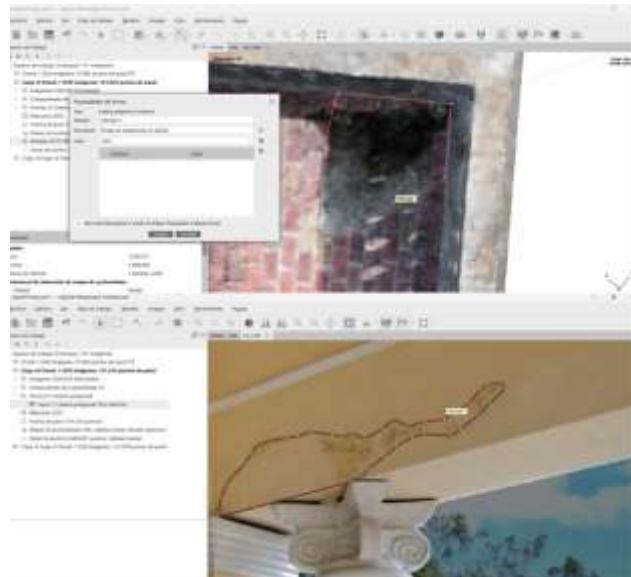
Fuente (autor)

Paso 4: Cuantificación y dimensionamiento de las patologías encontradas

Luego de realizar la exploración a toda la estructura, y determinar las patologías existentes se prosigue a realizar la cuantificación y dimensionamiento de las mismas dentro del propio software Metashape, para determinar áreas, distancias, o cualquier dimensión necesaria para futuras acciones.

Figura 5.

Cuantificación y dimensionamiento de las patologías.



Fuente (autor)

Gracias a que las imágenes y nube de puntos están georreferenciadas, se pueden contar con las medidas exactas de cualquier medición tomada en el programa. Y de esta manera se pueden obtener, incluso tabular la cantidad de patologías y las dimensiones de cada una, ya sean dimensiones lineales en el caso de la grieta o fisuras y dimensiones en áreas en el caso de las humedades o cualquier tipo de desconche de cualquier patología que implique entonces la necesidad de tener un área específica.

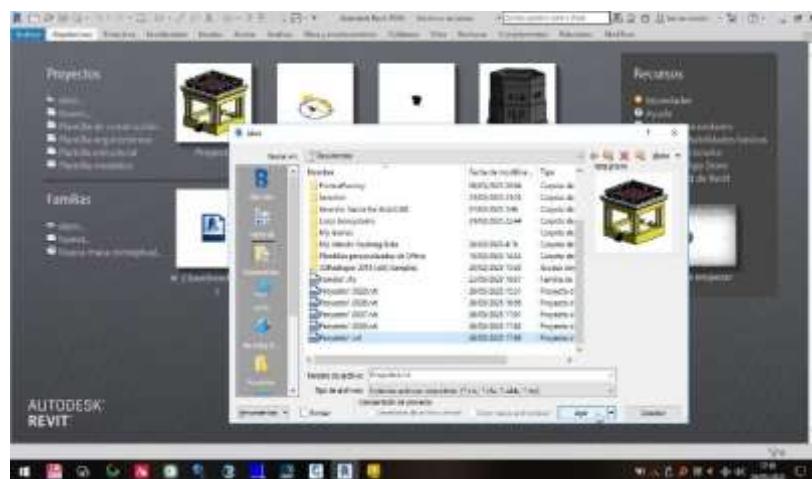
Fase2: Análisis mediante Modelo 3D

Paso 5: Cargar fichero

En este paso se carga el modelo tridimensional en el Revit.

Figura 6.

Carga del modelo tridimensional en Revit.

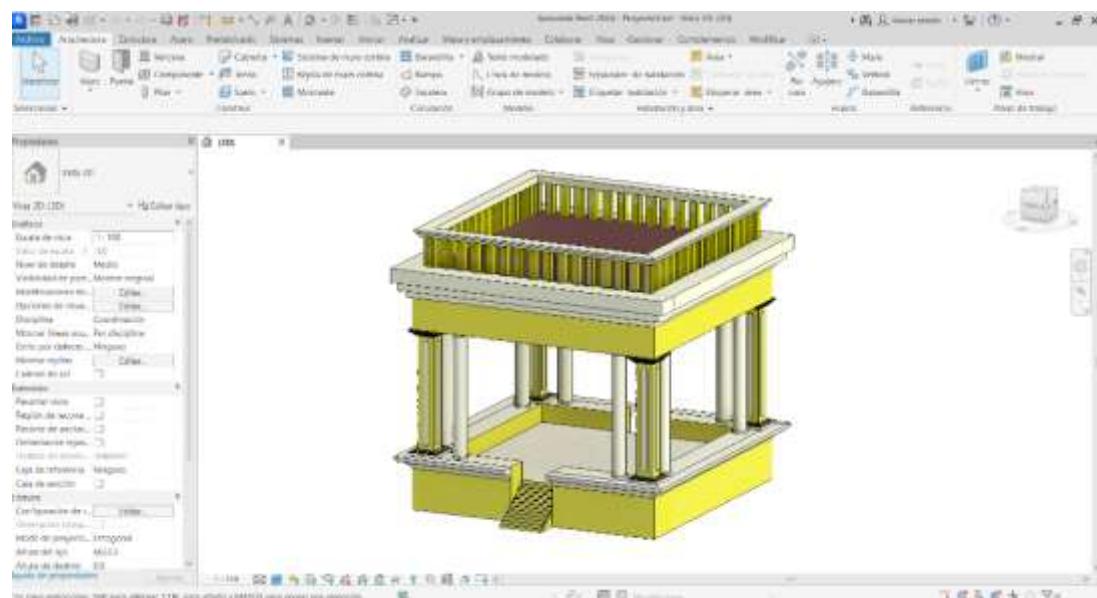


Fuente (autor)

Paso 6: Visualización del modelo tridimensional

Figura 7.

Visualización del modelo 3D.



Fuente (autor)

Paso 7: Análisis integral BIM

El objetivo de trabajar dentro de este esquema de trabajo en un eterno BIM es aprovechar todas las ventajas y las posibilidades que brinda, como es la interoperatividad entre los softwares. Por eso en este

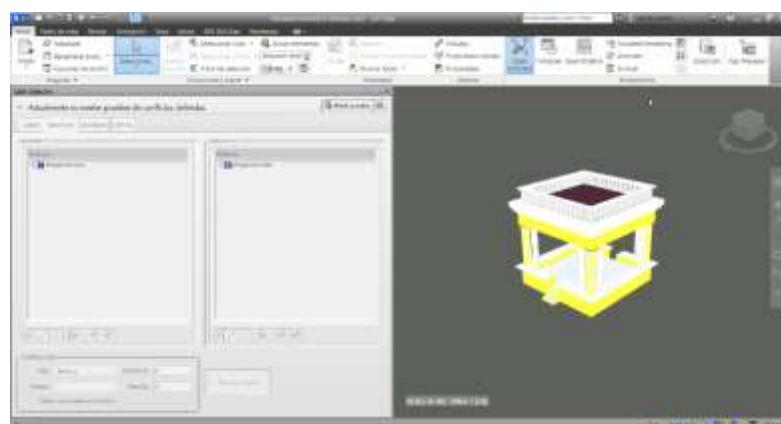
paso se plantea algunos de los elementos que pueden ser útiles para la etapa de diagnóstico, al utilizar los softwares de la metodología BIM como es el caso del Naviswork y ROBOT.

Cuantificación de elementos y materiales

La cuantificación de los elementos permite determinar los volúmenes de los materiales para la construcción de los proyectos. Poder cuantificar los elementos y materiales permite brindar al personal que realiza cualquier tipo de labor constructiva; después del diagnóstico; una serie de información necesaria, ya que no se debe hacer de manera manual, sino que esto permite obtenerla de manera automática. Para esta estimación precisa de materiales en proyectos de construcción emerge como solución “Quantification”, herramienta integrada en Navisworks Manage 2020. La autora recomienda utilizar la secuencia de pasos brindada por (Rodríguez Almaguer, 2024).

Figura 8.

Visualización del modelo en Navisworks.

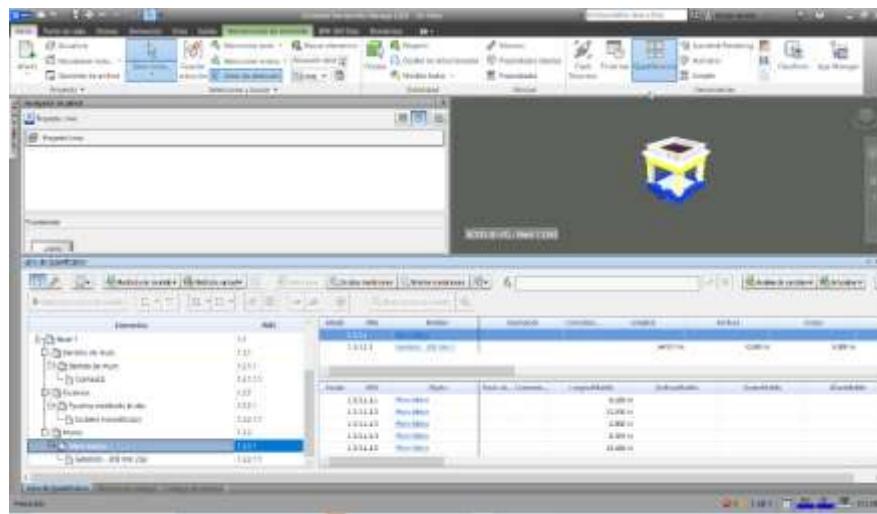


Fuente (autor)

En este paso, se define una serie de reglas para clasificar los objetos del modelo, se le asignan los valores específicos de volumen, y se generan informes detallados con las cantidades precisas de cada elemento. Esta información sirve como base para la gestión eficiente de materiales, la planificación de la logística y la compra de los recursos necesarios para la rehabilitación y tareas constructivas de la edificación.

Figura 9.

Visualización del libro de cuantificación en Navisworks.



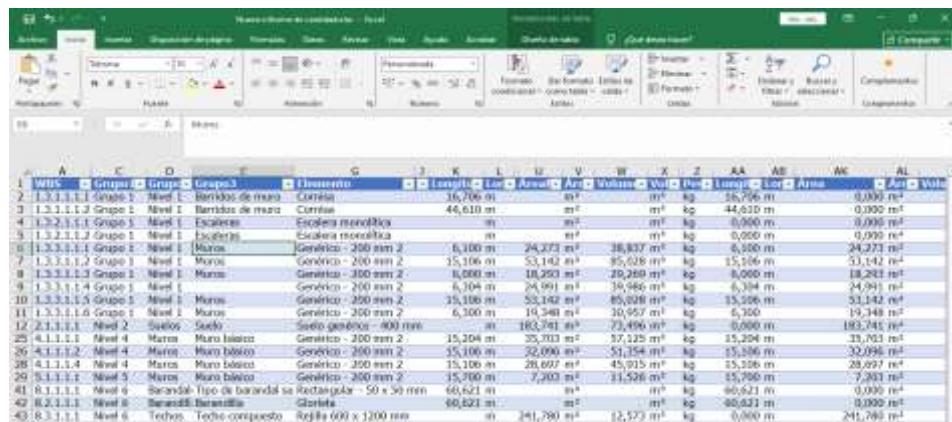
Fuente (autor)

Con la utilización de diversas herramientas de selección se añaden los elementos del modelo que aportan valor al análisis de cuantificación. A medida que los elementos se agregan a los grupos de cuantificación específicos, se generan listados que facilitan la organización y el control de los materiales, lo que asegura que no se omita ningún elemento.

La obtención de resultados es la fase final del proceso de cuantificación, se concentra en la generación de informes que contienen listados detallados de las mediciones realizadas. Este paso resulta crucial al proporcionar una representación clara y organizada de los datos medidos en el proyecto. Todos los resultados de las mediciones desarrolladas al modelo se pueden observar en las tablas de Excel por cada grupo de elementos, por niveles cuantificado.

Figura 10.

Hoja de Excel del reporte del libro de cuantificación que emite el Navisworks.



WIFI	Grup1	Grup2	Grup3	Grup4	Elemento	Largo	Lat	Alt	Vol	Wt	Largo	Lat	Alt	Vol	Wt
2	1.3.3.1.1.1	Grup1	Nivel 1	Barriendos de muro	Corredor	36,706.01	m ²	m ³	kg	58,796. m				0,000. m ²	
3	1.3.3.1.1.2	Grup2	Nivel 1	Barriendos de muro	Corredor	44,610. m	m ²	m ³	kg	44,610. m				0,000. m ²	
4	1.3.3.1.1.3	Grup3	Nivel 1	Escaleras	Escalera monofl		m ²	m ³	kg	0,000. m				0,000. m ²	
5	1.3.3.1.1.4	Grup4	Nivel 1	Escaleras	Escalera monofl		m ²	m ³	kg	0,000. m				0,000. m ²	
6	1.3.3.1.1.5	Grup1	Nivel 1	Muros	Genérico - 250 mm 2	6,300. m	24,327. m ²	18,837. m ³	kg	6,300. m				24,327. m ²	
7	1.3.3.1.1.6	Grup2	Nivel 1	Muros	Genérico - 250 mm 2	15,106. m	53,142. m ²	35,018. m ³	kg	15,106. m				53,142. m ²	
8	1.3.3.1.1.7	Grup3	Nivel 1	Muros	Genérico - 350 mm 2	10,000. m	38,250. m ²	29,260. m ³	kg	10,000. m				38,250. m ²	
9	1.3.3.1.1.8	Grup4	Nivel 1	Muros	Genérico - 200 mm 2	6,104. m	24,991. m ²	19,946. m ³	kg	6,104. m				24,991. m ²	
10	1.3.3.1.1.9	Grup1	Nivel 1	Muros	Genérico - 250 mm 2	25,106. m	53,142. m ²	35,008. m ³	kg	35,008. m				53,142. m ²	
11	1.3.3.1.1.10	Grup2	Nivel 1	Muros	Genérico - 250 mm 2	6,300. m	19,541. m ²	10,957. m ³	kg	6,300. m				19,541. m ²	
12	2.1.3.1.1.1	Grup3	Nivel 2	Suelos	Suelo genérico - 900 mm6		183,741. m ²	73,496. m ³	kg	0,000. m				183,741. m ²	
23	4.1.1.1.1	Grup4	Nivel 4	Muros	Muro liso	Genérico - 250 mm 2	15,204. m	35,703. m ²	37,125. m ³	kg	15,204. m			37,125. m ³	
26	4.1.1.1.2	Grup1	Nivel 4	Muros	Muro liso	Genérico - 250 mm 2	15,106. m	32,090. m ²	31,154. m ³	kg	32,090. m ²			31,154. m ³	
28	4.1.1.1.3	Grup2	Nivel 4	Muros	Muro liso	Genérico - 250 mm 2	15,106. m	28,697. m ²	45,915. m ³	kg	15,106. m			45,915. m ³	
29	4.1.1.1.4	Grup3	Nivel 4	Muros	Muro liso	Genérico - 250 mm 2	15,100. m	7,203. m ²	31,526. m ³	kg	15,100. m			31,526. m ³	
41	6.1.1.1.1	Grup4	Nivel 6	Sacadas	Tipo de sacada se Rectangular se 50 x 50 mm	66,621. m	m ²	m ³	kg	66,621. m				0,000. m ²	
42	6.1.1.1.2	Grup1	Nivel 6	Sacadas	Tipo de sacada se Rectangular se 50 x 50 mm	66,621. m	m ²	m ³	kg	66,621. m				0,000. m ²	
43	6.3.1.1.1	Grup2	Nivel 6	Techos	Techo compuesto	Roof-6 600 x 1200 mm	m	141,790. m ²	12,572. m ³	kg	0,000. m			141,790. m ²	

Fuente (autor)

Análisis estructural

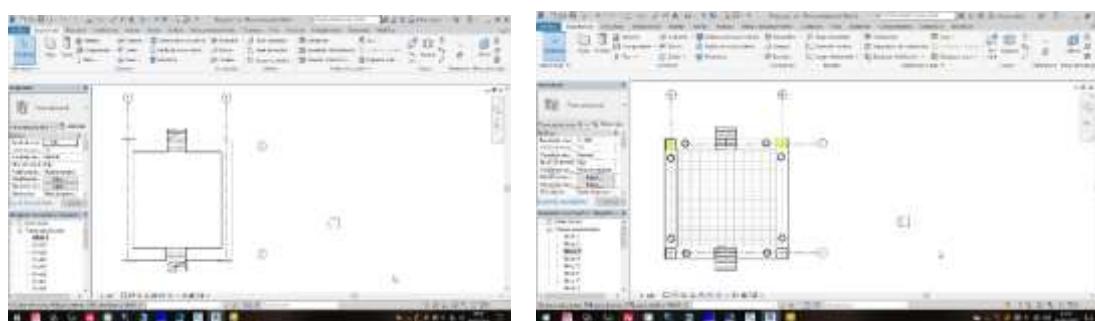
Particularmente en este caso de estudio, no fue necesario realizar un análisis estructural, ya que en la fase anterior en la exploración de las patologías no se encontraron elementos que prestaron daños estructurales a simple vista. No obstante, de ser necesario aplicar este paso se recomienda utilizar el esquema de trabajo planteado por (Bonet Serrano, 2021) ya, que muestra la secuencia de pasos para el análisis de una estructura en Robot a partir de un modelo creado en Autodesk Revit.

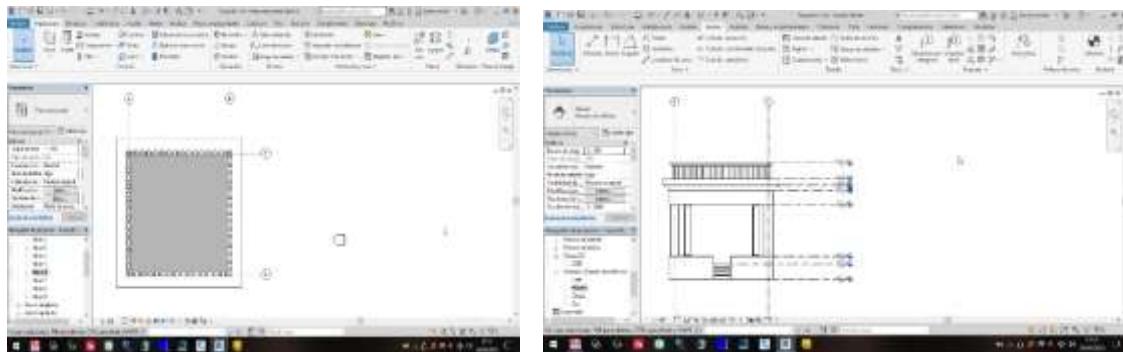
Paso 8: Creación de planos

Desde el panel de navegación, donde se encuentran todos los planos estructurales en función de los niveles que han sido creados en el modelo, se pueden generar los planos de cada uno de los niveles de cada una de las vistas creadas. Se pueden generar además tantas secciones como sean necesarias, detalles a obtener tanto planimétrico como altimétricamente, así como los renders y vistas con mayor nivel de detalle arquitectónico y decorativo, lo cual constituye una ventaja para todas las labores constructivas de rehabilitación y de construcción que sea necesario hacer en cualquier edificación de valor patrimonial. Todos estos obtenidos de manera automática gracias al modelo tridimensional en Revit, lo cual representa un ahorro de tiempo y recurso con respecto a los métodos tradicionales que existen hoy de levantamiento y elaboración de planos.

Figura 8.

Creación de planos

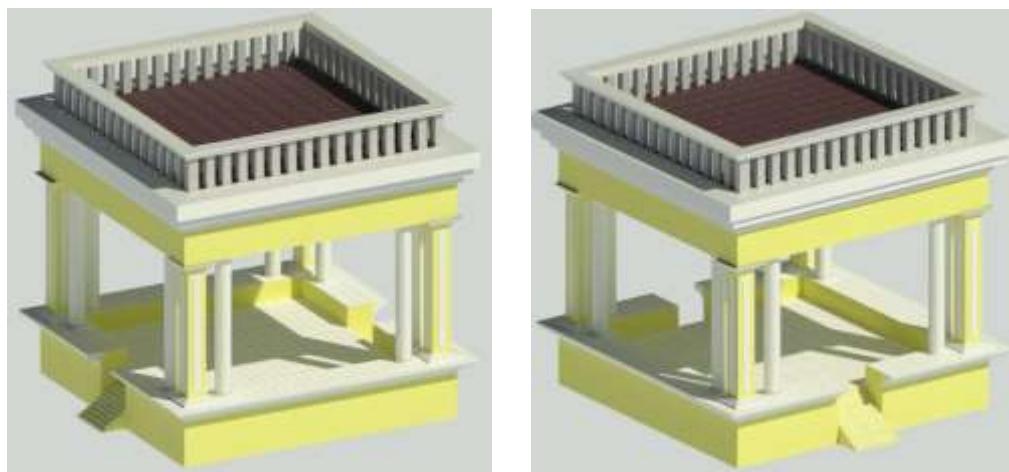




Fuente (autor)

Figura 9.

Creación de renders



Fuente (autor)

CONCLUSIONES

Se sistematizaron los fundamentos teóricos y metodológicos referentes al empleo de las tecnologías para el proceso de diagnóstico de edificaciones patrimoniales, lo que facilitó comparar su efectividad ante los métodos tradicionales.

Se analizaron las ventajas de la tecnología VANT en la generación de modelos geométricos, lo que permitió definir sus potencialidades como herramienta para los trabajos de gestión de edificaciones patrimoniales.

Se elaboró un esquema de trabajo para el diagnóstico de edificaciones patrimoniales a partir de modelos geométricos generados con tecnología VANT, que permitió organizar e integrar las tareas y pasos que se llevan a cabo en este proceso.

Se aplicó el esquema de trabajo propuesto en el caso de estudio “Glorieta del Parque de las Flores”, lo que demostró su aplicabilidad.

Se valoró la pertinencia de la propuesta a partir de criterio de especialistas, que reflejaron la novedad y utilidad del esquema propuesto.

REFERENCIAS

- Cash, J. (2021). *Tecnologías Actuales de Digitalización de Obras Patrimoniales* <https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-files/attachments/71410008/11cf3148-aeef-4d8b-94d3-d342f3bddf36/>
- Figueredo Leyva, R. (2024). *Soluciones Ingenieras Para La Conservación Del Conjunto Defensivo Colonial La Jandina*
- Hernández-Stefanoni, J. L., Tun Dzul, F., Tarhuni Navarro, D., & Juan Qui-Valencia, M. B. (2022). Diagnóstico de los artículos científicos publicados en la Unidad de Recursos Naturales del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). <https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-files/attachments/71411033/bf643e68-6d9f-44cc-8232-81083ceae180/>
- Hernández Peña, L. (2025). *Propuesta de un modelo HBIM-SIG para el diagnóstico patológico del patrimonio arquitectónico* <https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-files/attachments/71409084/3721b675-c8a0-4875-bbec-c86e486d4efe/tesis-formato-UH-para-predefensa-pdf.pdf>
- Horta, J. (2021). Modelos científicos: relaciones semiótico-trascendentales <https://doi.org/https://doi.org/10.35659/designis.i35p35-47>
- Martínez Terrero, D. A. (2021). *MODELO 3D DE OBJETOS CONSTRUCTIVOS MEDIANTE EL EMPLEO DE LA TECNOLOGÍA VANT CASO DE ESTUDIO: EL ANGELOTE* Universidad de Holguín].
- Millán González, L. H. (2022). Pautas metodológicas para el abordaje del patrimonio cultural edificado <https://produccioncientificaluz.org/index.php/perspectiva/article/download/38179/42243/>
- Mulet Naranjo, J. A., Reyes Ramírez, A., & Aguilar Leyva, E. E. (2025). *MODELACIÓN GEOMÉTRICA DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES CON EMPLEO DE TOPOGRAFÍA DE ALTA DEFINICIÓN*

Palomino Arango, W. E. (2022). *Evaluación de daños empleando fotogrametría en el Puente Sotoqchaca de la Alameda Marques Valdelirios de Ayacucho, 2022.* <https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-files/attachments/71409084/ae34c65e-e38e-43bc-ace3-7f39c3e1616e/tesis.pdf>

Pardo-Gómez, M. E., Izquierdo-Pardo, J. M., & Izquierdo-Lao, J. M. (2023). Los modelos digitales tridimensionales como recursos educativos abiertos en la educación universitaria. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.22.1.261>

Ruiz, R., Lordsleem, J. A., & Rocha, J. (2021). Inspección de fachadas con Vehículos Aéreos no Tripulados (VANT): estudio exploratorio. <https://doi.org/https://doi.org/10.21041/ra.v11i1.517>

Sánchez Moreno, F., Gómez Galindo, N. B., Lagos Bayona, F. J., Pira Ruiz, J. M., & Sánchez Millán, S. P. (2024). PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS E INTERVENCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL EN EDIFICIOS PATRIMONIALES.

Sánchez Pinzón, B. F., Tapia Ortega, J. R., & Rosa, P. (2016). Aspectos generales y aplicaciones sociales de los drones (vehículos aéreos no tripulados, UAV). <https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-files/attachments/71405832/184f445a-3aa8-4904-8a99-6ab9657247ab/>